

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

E P 04 / 10315

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



RECEIVED	
29 OCT 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 49 140.6

Anmeldetag:

17. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber:

Behr GmbH & Co KG, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge

IPC:

F 28 D, F 28 F, F 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. Oktober 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

BEHR GmbH & Co. KG
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

10

Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge

15

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge für ein erstes und ein zweites Strömungsmedium insbesondere nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

20

25

30

35

Brennkraftmaschinen für Kraftfahrzeuge werden zur Erhöhung ihrer Leistung aufgeladen, wobei die Ladeluft nach ihrer Verdichtung im Lader zwecks Erhöhung des Liefergrades durch einen Ladeluftkühler gekühlt wird. Die Entwicklung moderner Verbrennungsmotoren geht in Richtung höherer Leistung und dabei auch in Richtung höherer Ladedrücke, was insbesondere durch verbesserte Lader, z. B. so genannte VTG-Lader (variable Turbinengeometrie) möglich wird. Teilweise erfolgt auch eine zweistufige Aufladung, wobei zwischen beiden Stufen eine Zwischenkühlung der Ladeluft vorgesehen ist. Demnach benötigen derartige Ladeluftsysteme einen Zwischen-Ladeluftkühler. Durch die verstärkte Aufladung werden erhöhte Ladelufttemperaturen erreicht, die mit herkömmlichen Ladeluftkühlern nicht mehr beherrschbar sind. Bekannte Ladeluftkühler weisen z. T. Kunststoffsammlkästen auf, die jedoch nur bis zu Temperaturen von ca. 200 Grad Celsius einsetzbar sind. Oberhalb dieser Temperaturschwelle bis zu etwa 260 bis 270 Grad Celsius werden Aluminium-Sammelkästen für Ladeluftkühler verwendet, die temperaturbeständiger sind. Will man diese herkömmlichen Ladeluftkühler weiter verwenden, d. h. bei erhöhten Ladedrücken und Ladelufttemperaturen, benötigt man einen Vorkühler, d. h. die Ladeluft wird in zwei Stufen heruntergekühlt, und zwar auf vorzugsweise unter etwa 260 Grad

durch den Vorkühler. Dieser muss daher besonders temperaturbeständig sein.

5 Die Ladeluft wird im Ladeluftkühler von Kraftfahrzeugen in der Regel durch Umgebungsluft gekühlt, wobei der Ladeluftkühler im vorderen Motorraum des Kraftfahrzeuges im Bereich eines Kühlmittel/Luftkühlers angeordnet ist. Teilweise sind jedoch auch Ladeluftkühler mit Flüssigkeitskühlung im Einsatz, wobei das Kühlmittel des Kühlkreislaufes der Brennkraftmaschine die Ladeluft kühlt. Nachteilig bei bekannten Ladeluftkühlern (vgl. DE-A 199 53 787 und DE-A 199 53 785) ist die Umlenkung der Ladeluft in den Luftkästen, was zu einem Druckverlust führt. Auch andere Bauweisen, z. B. Platten- oder Stapelscheibenwärmeübertrager gemäß DE-A 195 11 991 weisen infolge der zweifachen 90 Grad-Umlenkung der Ladeluft einen erhöhten Druckverlust auf.

15 Auf dem Gebiet der Abgaswärmeübertrager wurden Bauweisen bekannt, bei welchen der Druckverlust auf der Primärseite durch Vermeidung von Umlenkungen reduziert wurde, z. B. durch die DE-A 199 07 163 der Anmelderin oder die WO 00/26514. Diese Wärmeübertrager weisen jeweils Rohrbündel, Rohrböden, Gehäuse und Abgasstutzen auf, die miteinander verlötet oder verschweißt sind. Dies bedeutet eine Vielzahl von Teilen und eine Vielzahl von Fertigungsschritten, d. h. erhöhte Herstellkosten.

25 Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art zu schaffen, der eine Temperaturbeständigkeit bis etwa 300 Grad Celsius und gegebenenfalls darüber und einen vorzugsweise relativ niedrigen Druckabfall auf der Gasseite aufweist sowie vorzugsweise mit geringen Kosten herstellbar ist.

30 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Rohrbündel und einer der beiden Rohrböden einstückig ausgebildet und durch das an sich bekannte Fließpressverfahren herstellbar sind. Das Fließpressen ist eine bekannte Technologie, ähnlich dem Extrudieren und Strangpressen, wobei ein Rohteil durch ein formgebendes Werkzeug (Matrize) hindurchgedrückt wird (vgl.

35

Dubbel, Taschenbuch für den Maschinenbau, 20. Auflage, S30). Als Werkstoff wird bevorzugt eine Aluminiumstrangpresslegierung verwendet, die sich für das Fließpressen besonders eignet. Das dermaßen durch Fließpressen hergestellte Erzeugnis ist ein fertiger Rohrboden, an welchen sich sämtliche Rohre des Rohrbündels nahtlos und einstückig anschließen. Damit wird der Vorteil erreicht, dass erstens das separate Herstellen des Rohrbodens und der Rohre sowie zweitens die aufwendige Verbindung zwischen Rohren und Rohrböden, z. B. Schweißen oder Löten entfallen. Damit werden die Herstellkosten erheblich reduziert. Die übrigen Teile wie der zweite Rohrboden, das Gehäuse und die Anschlussstutzen bestehen aus Aluminiumwerkstoffen und werden konventionell mit dem Fließpressteil verbunden, z. B. durch Löten oder Schweißen. Vorteilhaft ist ferner, dass jeder beliebige Rohrquerschnitt, sei es in runder oder eckiger Form durch das Fließpressen herstellbar ist. Ferner ist von Vorteil, dass die Rohre des Rohrbündels in beliebiger Länge und Wandstärke herstellbar sind. Die Temperaturfestigkeit wird auch durch eine spannungsarme Geometrie des erfindungsgemäßen Ganzaluminiumwärmeübertragers erreicht.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist auch das Gehäuse durch Fließpressen herstellbar, d. h. in einem Arbeitsgang mit dem Rohrboden und dem Rohrbündel. Damit wird der Vorteil einer weiteren Herstellungsvereinfachung und Kostenreduzierung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers erreicht. Mit dem Fließteil werden zur Komplettierung des Wärmeübertragers nur noch der zweite Rohrboden und die Anschlussstutzen verbunden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Übergangsbereich zwischen den Rohren und den Rohrböden rund gestaltet, d. h. mit einem Radius versehen. Damit werden der Vorteil einer erhöhten Festigkeit durch einen günstigen Faserverlauf und der Vorteil eines besseren Fließverhaltens des Materials erreicht. Der Übergangsradius ist vorzugsweise auf der Rohraußenseite angeordnet, kann jedoch auch im Einströmbereich des Rohres am Rohrboden vorgesehen werden. Letzteres würde den primärseitigen Druckabfall weiter verringern.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird der erfindungsgemäße Wärmeübertrager als Ladeluftkühler für Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen eingesetzt, und zwar als Vor- oder Zwischenkühler eines Aufladesystems. Damit ist eine kostengünstige Lösung geschaffen, die auch bei hohen Aufladedrücken und dementsprechend hohen Temperaturen eine wirksame Kühlung der Ladeluft erlaubt und gleichzeitig die Weiterverwendung konventioneller Ladeluftkühler ermöglicht.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit fließgepresstem Rohrboden und Rohrbündel und

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung mit fließgepresstem Rohrboden, Rohrbündel und Gehäuse.

Fig. 1 zeigt in Explosivdarstellung einen Ladeluftkühler 1 für eine nicht dargestellte Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges. Der Ladeluftkühler 1 besteht aus folgenden Teilen, von links nach rechts in der Zeichnung: ein Eintrittsstutzen 2, ein Rohrbündel 3 mit Rohrboden 4, ein als Gehäusemantel ausgebildetes, zylinderförmiges Gehäuse 5 und ein Austrittsstutzen 6. Das Rohrbündel 3 besteht aus einer Vielzahl von Rohren 3a, welche einstückig mit dem Rohrboden 4 ausgebildet sind und jeweils einen rechteckförmigen Strömungsquerschnitt 3b aufweisen. Der Rohrboden 4 und die sich daran anschließenden Rohre 3a sind durch Fließpressen hergestellt, d. h. ein dem Extrudieren oder Strangpressen ähnliches bekanntes Verfahren. Als Ausgangswerkstoff wird eine Aluminiumstrangpresslegierung verwendet, welche durch eine nicht dargestellte Matrize mit der Geometrie und der Anordnung der Rohre 3a gedrückt wird. Der Querschnitt der Rohre 3a sowie deren Länge und Wandstärke sind durch das Fließpressverfahren bzw. die entsprechende Matrize frei wählbar. Die Rohre 3a sind somit fest und dicht mit dem Rohrboden 4 verbunden und bedürfen prinzipiell keiner Nachbehandlung. Das Rohrbündel 3 weist eine dem Rohrboden 4 abgewandte Stirnseite 3c auf, welche auf konventionelle Art mit einem zweiten nicht dargestellten Rohrboden versehen wird. Alle Teile, die vorzugsweise aus Aluminiumlegie-

5 rungen bestehen, werden miteinander zu einem kompletten Wärmeübertra-
ger verlötet. Der Gehäusemantel 5 weist auf seinem Umfang einen Eintritts-
stutzen 7 und diesem diagonal gegenüber einen Austrittsstutzen 8 auf - so-
mit wird zwischen den beiden Rohrböden und dem Gehäusemantel 5 eine
10 Kühlkammer 9 gebildet, die vom Kühlmittel eines nicht dargestellten Kühl-
kreislaufes der Brennkraftmaschine durchströmbar ist. Das Kühlmittel strömt
somit zwischen den Rohren 3a und um das Rohrbündel 3 herum. Die heiße
Ladeluft, dargestellt durch einen Pfeil LL, tritt in den Eintrittsstutzen 2 ein, der
diffusorartig ausgebildet ist und die Ladeluft somit gleichmäßig auf die Flä-
15 che des Rohrbodens 4 und die einzelnen Rohrquerschnitte 3b verteilt. Die
Ladeluft durchströmt sämtliche Rohre 3a des Rohrbündels 3 und tritt auf der
gegenüberliegenden Seite 3c aus dem Rohrbündel 3 aus und in den Aus-
trittsstutzen 6 ein. Der fertig montierte Ladeluftkühler 1 ist in eine nicht dar-
gestellte Ladeluftleitung eingesetzt, welche sich bündig an den Eintrittsstut-
zen 2 und den Austrittsstutzen 6 anschließt. Der Ladeluftkühler 1 wird somit
geradlinig, d. h. ohne Umlenkungen von der Ladeluft durchströmt, was einen
geringen Druckverlust zur Folge hat.

20 **Fig. 2** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, nämlich einen
Ladeluftkühler 10 mit einem Gehäuse 11, welches einstückig mit einem
Rohrboden 12 durch Fließpressen hergestellt ist, wobei mit dem Rohrboden
12 ein nicht sichtbares Rohrbündel, dargestellt durch eine gestricheltes Rohr
13, einstückig ausgebildet und ebenfalls durch Fließpressen hergestellt ist.
Somit sind bei diesem Ausführungsbeispiel drei Bauteile bzw. Baugruppen,
25 nämlich Rohrbündel, Rohrboden und Gehäuse in einem Verfahrensschritt
durch Fließpressen einstückig hergestellt. Auf das nicht sichtbare, stromab-
wärtige Ende des Rohrbündels 13 wird ein konventionell gefertigter Rohrbo-
den 14 aufgesetzt, der sowohl mit den Rohren 13 als auch mit dem Gehäuse
14 verbunden wird und somit innerhalb des Gehäuse 11 eine Kühlkammer
30 für das Kühlmittel bildet. Wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 wer-
den in das einlass- und das auslassseitige Ende des Gehäuses 11 ein Ein-
trittsstutzen 15 und ein Austrittsstutzen 16 eingesetzt, welche mit dem Ge-
häusemantel 11 verbunden werden. Sämtliche Teile bestehen aus Alumini-
umlegierungen und werden vorzugsweise miteinander verlötet.

Die Ladeluftkühler 1, 10 gemäß Fig. 1 und Fig. 2 werden vorzugsweise als Vorkühler oder Zwischenkühler in einem Aufladesystem für eine Brennkraftmaschine eingesetzt. Beide Ladeluftkühler sind Ganzaluminiumkühler und halten somit Ladelufttemperaturen bis zu über 300 Grad Celsius stand, was
5 auch durch eine spannungsoptimierte Bauweise erreicht wird. Im Falle der Vorkühlung wird die Ladeluft auf ca. 260 Grad vorgekühlt und kann dann einem konventionellen Ladeluftkühler zur weiteren Abkühlung zugeführt werden.

10

15

Patentansprüche

5

10

1. Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge für ein erstes Strömungsmedium und ein zweites Strömungsmedium, mit einem eine Vielzahl von Rohren (3a) aufweisenden Rohrbündel (3), einem ersten Rohrboden (4) und einem zweiten Rohrboden, einem Gehäuse (5) sowie Ein- und Austrittsstutzen (2, 6) für das erste Strömungsmedium, wobei die Rohre (3a) Rohrenden aufweisen, die in den Rohrböden gehalten und abgedichtet sind, und wobei das Gehäuse (5) einerseits mit den Rohrböden zur Bildung einer Kühlkammer (9) für das zweite Strömungsmedium und andererseits stirnseitig mit den Ein- und Austrittsstutzen (2, 6) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Rohrboden (4) und die Rohre (3a) einstückig ausgebildet sind.

15

20

25

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Rohrboden (12), die Rohre (13) und das Gehäuse (11) einstückig ausgebildet sind.

3. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einstückig ausgebildeten Teile durch Fließpressen hergestellt sind.

30

4. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die einstückig ausgebildeten Teile durch Fließpressen hergestellt sind, vorzugsweise aus einer Aluminiumstrangpresslegierung hergestellt sind.

35

5. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Querschnitt (3b) der Rohre (3a) rund, rechteckförmig oder polygonförmig ausgebildet ist.
- 5 6. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Rohren (3a, 13) und dem ersten Rohrboden (4, 12), insbesondere auf der Außenseite der Rohre ein gerundeter Übergangsbereich vorgesehen ist.
- 10 7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohre (3a, 13) auf ihrer Innen- und/oder Außenseite Rippen oder Turbulenzerzeuger zur Verbesserung des Wärmeübergangs aufweisen.
- 15 8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass Ein- und Austrittsstutzen (2, 6; 15, 16) sowie die Rohre (3a, 13) des Rohrbündels fluchtend angeordnet sind.
- 20 9. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ein- und Austrittsstutzen (2, 6; 15, 16), der zweite Rohrboden (14) und/oder das Gehäuse (5) stoffschlüssig mit dem einstückigen, fließgepressten Teil (3, 4; 11, 12) verbunden sind.
- 25 10. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (5, 11) eine Ein- und Auslassöffnung (7, 8) für das flüssige Strömungsmedium aufweist.
- 30 11. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Rohre (3a, 13) von Ladeluft und das Gehäuse (5, 11) von Kühlmittel für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges durchströmbar sind.
- 35 12. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erste Medium ein flüssiges oder gasförmiges Medium ist.

- 5
13. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Medium ein flüssiges oder gasförmiges Medium ist.
 14. Verwendung des Wärmeübertragers nach einem der Ansprüche 1 bis 13 als Vor- oder Zwischenkühler oder Kühler für die Ladeluft oder das Abgas einer Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges.

Zusammenfassung

5

10

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager, insbesondere für Kraftfahrzeuge für ein erstes gasförmiges Strömungsmedium und ein zweites flüssiges Strömungsmedium, mit einem eine Vielzahl von Rohren aufweisenden Rohrbündel, einem ersten Rohrboden und einem zweiten Rohrboden, einem Gehäuse sowie Ein- und Austrittsstutzen für das gasförmige Medium, wobei die Rohre Rohrenden aufweisen, die in den Rohrböden gehalten und abgedichtet sind, und wobei das Gehäuse einerseits mit den Rohrböden zur Bildung einer Kühlkammer für das flüssige Strömungsmedium und andererseits mit den Ein- und Austrittsstutzen stirnseitig verbunden ist.

15

20

25

